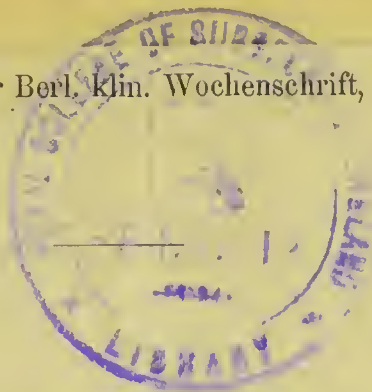
(Separat-Abdruck aus der Berl. klin. Wochenschrift, 1884, No. 19.)



Die Nauheimer Sprudel- und Sprudelstrombäder.

Von

Dr. **August Schott** und Dr. **Theodor Schott**
in Bad Nauheim.

Der Nauheimer Heilapparat verfügt seit längerer Zeit über kohlensäurereiche Badeformen, die im letzten Jahrzehnt eine immer steigende therapeutische Verwendung gefunden haben, ohne dass sie dem ärztlichen Publikum in weiterer Ferne genügend bekannt geworden wären. Zu ihrer Beschreibung waren Analysen des Kohlensäuregehalts erforderlich, die wir angestellt und zur Bestätigung auf dem Laboratorium des Herrn Geheimen Hofrath Professor Dr. Fresenius in Wiesbaden wiederholt haben. Die Ergebnisse werden wir im Verfolg dieses Aufsatzes vorlegen, zunächst aber haben wir eine Anzahl Vorbemerkungen über die Nauheimer Quellen selbst, sowie über die Geschichte des kohlensäurehaltigen Bades im Allgemeinen vorauszuschicken. Indem wir bezüglich des Letzteren die Erfahrungen darstellen, die wir über seine Natur, Wirkungsweise und Indikationen gemacht haben, hoffen wir zugleich einen nützlichen Beitrag zur allgemeinen Balneologie zu liefern.

In Nauheim treten naturwarme Soolquellen zu Tage, die sich durch einen ungewöhnlichen Reichthum an Kohlensäure auszeichnen. Aus einer Tiefe von über 180 Meter[1]) emporsteigend und unter dem Druck der hohen Wassersäule mit der 3—4 fachen Menge des Gases beladen, mit der sie sich bei einfachem Atmosphärendruck sättigen würden, erfahren sie in der Nähe der freien Oberfläche eine massenhafte Gasentbindung, die sie in Gestalt

1) Rudolph Ludwig; das kohlensaure Gas in den Soolsprudeln von Nauheim und Kissingen. Frankfurt a. M. Keller 1856.

fussdicker Sprudel zu einer ansehnlichen Höhe emporschleudern, den Friedrich-Wilhelm-Sprudel (Quelle 12) bis zu 56 Fuss über die Mündung seiner Steigröhre, während das hydrostatische Niveau nach vielfachen Erfahrungen über 16′ unterhalb derselben im Innern der Steigröhre liegt[1]. In der mächtigen Erschütterung entledigt sich das schäumende Wasser seiner Uebersättigung; in die grossen Becken fallen Wässer nieder, welche für ihre Temperatur und den einfachen Atmosphärendruck noch gerade eben gesättigt sind. Von den Becken aus wird die Soole unmittelbar in die Wannen geleitet; erheblichere Verluste erleidet dabei nur die Quelle 12, so dass sie ihren verhältnissmässig reichen Gehalt fallen lässt und sich trübt. Es stellt sich so für die einfachen Soolbäder in Nauheim der Gegensatz zwischen der wärmeren, an Salzgehalt reicheren, aber an Kohlensäure ärmeren Quelle 12 und der kühleren, an Gas reicheren, aber im Salzgehalt schwächeren Soole der Quelle 7 her. Aus beiden Quellen, rein oder in verschiedenen Verhältnissen mit einander gemischt, werden die gewöhnlichen Soolbäder bereitet, welche in den älteren Darstellungen Nauheims, insbesondere auch in Beneke's Schriften 1859, 1861 und 1864 als schwach kohlensäurehaltige Bäder bezeichnet werden.

Es ist bekanntlich eine erfüllbare Aufgabe der Balneotechnik, den kohlensäurehaltigen Badewässern für einige Zeit nicht nur ihre Sättigung, sondern sogar einen gewissen Grad von Uebersättigung mit dem Gase zu bewahren. Die Wässer unserer berühmten Stahlbäder sind für die kühle Temperatur, mit der sie aus der Erde kommen, nur ungefähr gesättigt, so St. Moritz mit 1,615 Volum bei 4 ° C. = 3,1461 (Paracelsusquelle), die Schwalbacher Wässer mit Volumsziffern von 1,570, 1,425 = 2,9816, 2,7108 Gramm u. s. w. Dieselben Kohlensäuremengen würden für die gewöhnliche Temperatur der Bäder von 30—32 ° C. eine hochgradige Uebersättigung darstellen. In früherer Zeit, als man die Erwärmung der Stahlbäder mit heissem Süsswasser ausführte, verloren sie den grössten Theil ihres Gasgehalts; durch vervollkommnete Einrichtungen der Leitung, namentlich aber auch der Erwärmung, bei welcher die Zuleitung von Wasserdämpfen in die Umgebung der Wanne nach verschiedenen Systemen eine Hauptrolle spielt, ist es gelungen, den Gasverlust sehr erheblich

1) Siehe Rudolph Ludwig a. a. O. Seite 49. — Otto Weiss: die Nauheimer grossen Soolsprudel, Kassel 1855.

einzuschränken. Bei den eigenthümlichen Verhältnissen Nauheims, wo die Quellen gerade mit den Temperaturen aus der Erde hervordringen, wie man sie zum Baden fertig wünscht, 27,6°, 31,6° bis 35,3° C. waren alle künstlichen Erwärmungsvorrichtungen überflüssig; um so nothwendiger waren, sofern man gasreichere Bäder wünschte, Vorkehrungen, um die Gasverluste zu verhüten, welche die Nauheimer Quellen durch ihr stürmisches Ausschäumen in offene Behälter erleiden. Nauheim besitzt diese Vorkehrungen seit 1865, also seit fast 20 Jahren. Es ist, wie wir nachweisen werden, im Stande beliebig temperirte ruhende Bäder von eben so hohem und strömende von viel höherem Kohlensäuregehalt zu bieten, wie irgend ein Kurort unseres Continents. Ohne dass es aufhörte, die altbewährten Soolbäder mit schwächerem oder auch absichtlich ganz verscheuchten Kohlensäuregehalt zu kultiviren, hat Nauheim seitdem eine immer steigende Verwendung von diesen mächtigen Bädern gemacht, die am Orte den Namen Sprudel- und Sprudelstrombäder führen, und die man nach der üblichen Terminologie auch als Stahlsoolbäder bezeichnen könnte.

Bad Nauheim ist in weiten ärztlichen Kreisen nur als Soolbad bekannt. Man nennt es wohl auch mit Rücksicht auf die natürliche Wärme seiner Quellen eine Sooltherme: es ist dies der Ausdruck, dessen sich Beneke bei dem früheren Zustand der Einrichtungen in seinen grundlegenden Schriften über den Badeort noch 1864 bediente. Die Thatsache, dass Nauheim neben den mässig und schwach kohlensäurehaltigen auch jene so eminent gasreichen Bäder besitz, ist kaum in die Ferne gedrungen. Diejenigen literarischen Darstellungen, die den Heilapparat Nauheims im Ganzen schildern, stammen alle aus älterer Zeit; die neueren Heilerfolge, die zum guten Theil unter ihrer Mitverwendung erreicht wurden, sind in einer Anzahl klinisch gehaltener Monographieen niedergelegt, welche die physikalisch chemischen Eigenschaften der Bäder nur flüchtig berühren. Die chemischen Analysen endlich betrafen in Folge allgemein geschichtlicher Verhältnisse stets nur die oben frei ausschäumenden Sprudel; auf sie bezog sich der Auftrag, den die Staatsbehörde dem Chemiker ertheilte, und diesen selbst interessirte als das constante Naturobject hier wie anderswo nur die Quelle. Eine Analyse der Bäder, wie sie unter den wechselnden Bedingungen der Leitung und Zubereitung ausfalle, lag ihm ferne. Anders freilich liegt die Sache für den Balneotherapeuten, der es zumeist mit dem Bade selbst zu thun hat. Fragestellung und Aufgabe hinsichtlich des Gasge-

halts in technischer und therapeutischer Beziehung haben ihre Geschichte, an welcher Nauheim in eigenthümlicher Weise betheiligt ist.

Als gegen Ende der 30er Jahre anstatt der älteren kühleren Soolen in Nauheim zum ersten Male wärmere, stark kohlensäurehaltige Salzquellen erbohrt wurden, da gründete sich der Ruf des jungen Bades bei Aerzten und Chemikern namentlich auch auf den Kohlensäuregehalt. Die Gasverluste der Bäder gegenüber den Quellen waren damals — vor Einführung der neuen Einrichtungen — überall die gleichen, und ein hoher Eisengehalt, auf den man als Begleiter der Kohlensäure in den Bädern noch einen besonderen Werth legte, fehlte auch in Nauheim nicht[1]). Es vereinigten sich somit die Principien, welche die Wässer der 3 bedeutendsten Bäderkategorieen, der Thermen, der Stahl- und der Soolbäder zu ihren Wirkungen befähigen. Der Ruf und die Hoffnungen Nauheims wuchsen, als die fortgesetzten Bohrungen einerseits weitere Steigerungen der Wärme, des Gas- und Salzgehaltes ergaben, und andererseits schwächere salz- und eisenhaltige Wässer zu Tage gefördert wurden, die sich zu einer wirksamen Trinkkur eigneten, neben welcher freilich auch Trinkkuren mit fremden Brunnen, insbesondere mit Stahlwässern, ortsüblich wurden. Wie alle jungen Kurorte, wurde Nauheim von nah und fern für alle möglichen chronischen Krankheiten erprobt. Das Heilgebiet, welches die Erfahrung allmälig aussondernd feststellte, war ein mannichfaltiges. Reconvalescenz nach den verschiedensten acuten Krankheiten, Anämieen der verschiedensten Begründung, Krankheiten des Nervensystems, sowohl diejenigen, welche nach unsrer heutigen Eintheilung als „functionelle" bezeichnet werden, wie diejenigen, welche auf deutlich erkannter anatomischer Basis beruhen, insbesondere Tabes, „spastische Spinal-Paralyse" u. s. w., sodann die verschiedensten Krankheiten der weiblichen Sexualorgane, Krankheiten der Haut, Fälle, deren Behandlung eine Aufgabe der Resorption darstellt, Exsudate und Entzündungsreste in den Körper- und Gelenkshöhlen wie in den peripherischen Theilen, insbes. auch Störungen der Muskulatur, Gelenkrheumatismus und Herzkrankheiten.

---

1) Es enthält beispielsweise die Quelle 12 in Nauheim 0,0484 doppelkohlensaures Eisenoxydul, Schwalbachs Hauptbadequelle „der Weinbrunnen" 0,0578, St. Moritz 0,0386, Pyrmonts „Hauptquelle" 0,077. Gegenwärtig schreibt fast Niemand dem Eisengehalt eines Bades therapeutischen Werth zu.

Es kamen also nach Nauheim frühzeitig schon Krankheiten, die sich für die Anwendung der kohlensäurereichen Badeformen eignen, und die bis dahin mit mehr weniger Erfolg auch die Stahlbäder aufsuchten. Sie fanden in Nauheim wie in den Stahlbadeorten damals ein durch ausgefälltes Eisenoxyd getrübtes, schwach kohlensäurehaltiges Wasser. Die Erfahrung zeigt uns aber auch heute noch, nachdem der Nauheimer Heilapparat längst durch die kohlensäurereichen Sprudelbäder vervollständigt worden, dass in nicht wenigen Fällen die geringen und mässigen Kohlensäuregehalte eine genügende Wirksamkeit bewähren, bald nur für den Anfang der Kur, bald auch selbst bis zum Ende, ja dass starke Kohlensäuregehalte nicht einmal vertragen werden.

In zahlreichen anderen Fällen dagegen sind gasreichere Bäder für die Behandlung von wesentlichem Nutzen; indess bestand längere Zeit hindurch in Nauheim wenig Neigung zur Verstärkung der durch die damaligen Einrichtungen gebotenen Heilagentien. Auch F. W. Beneke, den die kurhessische Regierung im Jahre 1857 zum leitenden Brunnenarzte berief, und der alsbald eine umfassende Stoffwechselarbeit über die Wirkung der Nauheimer Wässer begann, fasste vorzugsweise die Thatsache ins Auge, dass dieselben bei ähnlicher Zusammensetzung wesentlich concentrirter sind als die Quellen anderer Badeorte von anerkannter Wirksamkeit und bereicherte in diesem Gedankengang die Methodik Nauheims ausschliesslich durch die Einführung der Verdünnungen [1]), die allerdings für eine Reihe von Fällen, namentlich bei der Trink-, seltener bei der Badekur entschieden indicirt sind. Von solchen Gesichtspunkten ausgehend, war Beneke begreiflicher

---

1) In der That hat sich die Verdünnung des Kurbrunnens, den Beneke durch Wasserzusatz (meist wird der alkalische Säuerling „Ludwigsbrunnen" dazu benutzt) auf die Concentration des sonst höchst ähnlich zusammengesetzten Kissinger Ragoczi brachte, in der Folge vortrefflich bewährt. Verhältnissmässig viel seltener ist die Indication zur Verdünnung der Bäder gegeben. Beneke ging von dem Vergleich zwischen der schwächeren der beiden Nauheimer Hauptbadequellen, der Quelle 7 und der stärksten Kreuznacher Badequelle, der Oranienquelle, aus. Erstere enthält 25 Grm. feste Bestandtheile im Liter, darunter 21 Grm. Chlornatrium, die letztere 17 feste Bestandtheile mit 14 Grm. Chlornatrium, also das Verhältniss der Nauheimer Quelle zur Kreuznacher wie 1,5:1. Indess begnügt man sich auch in Kreuznach durchschnittlich nicht mit dieser Concentration, sondern steigert sie sehr bald erfolgreich durch mehr weniger starke Zusätze von Mutterlauge.

Weise nicht geneigt, die technischen Einrichtungen zu beschleunigen, durch welche den Nauheimer Bädern die vermehrte Reizkraft eines höheren Kohlensäuregehaltes gesichert werden konnte. Diese Einrichtungen finden sich bereits in seiner ersten Publication aus dem Jahre 1859 angekündigt, sie sind zur Zeit seiner letzten Nauheimer Mittheilungen im Jahre 1864 noch nicht verwirklicht, ja der Autor scheint von den höheren Kohlensäuregehalten ganz absehen zu wollen.

Längst hatte man kohlensäurereiche Bäder in Rehme-Oeynhausen; die dortigen Quellen, welche in der Salzconcentration mit den Nauheimern übereinstimmen, führen eine wesentlich geringere Kohlensäuremenge aus dem Erdinnern mit herauf, bewahrten sie aber damals in Folge der von der Luft abgeschlossenen Leitung viel vollständiger und ergaben unstreitig häufigere Heilerfolge bei der Behandlung vieler Krankheiten des Nervensystems, als man sie damals in dem so übereinstimmend zusammengesetzten Schwesterbade Nauheim mit den schwach kohlensäurehaltigen Bäder zu erringen vermochte. Unter diesen Verhältnissen konnte man nicht länger zögern, endlich im Jahre 1865 auch in Nauheim durch abgeschlossene, unterirdisch abgezweigte Leitungen für die Herstellung gasreicherer Bäder zu sorgen. Die neuen Abzweigungen wurden ungefähr 3 Meter tief unter der Mündung der Steigröhre beider Hauptquellen angebracht, zunächst aber nur diejenige für die Quelle 7 mit dem Badehaus I in Verbindung gesetzt und die Badeeinrichtungen vollkommen ausgeführt.

Die so gewonnenen sogenannten „Sprudelbäder“ sind vollkommen wasserklar, von aufsteigenden Kohlensäurebläschen perlend, die durch jede Bewegung massenhaft aufgescheucht werden, eine Schicht Kohlensäuregases, das vermöge seiner grösseren specifischen Schwere über der Badeoberfläche lagert, wird weggeweht oder bleibt unter einem Wannentuch, das nur den Kopf des Badenden freilässt. Bei der natürlichen Temperatur von etwas über 31° C. empfinden des Badens Ungewöhnte nur im ersten Augenblick ein leichtes Kältegefühl. Sehr rasch tritt behagliche Wärme ein, dann ein leichtes allgemeines Brennen, unter welchem sich binnen wenig Minuten die ganze Haut, soweit sie eintaucht, lebhaft röthet. Gleichzeitig damit hat die ganze Haut sich auch mit unzähligen Gasblasen bedeckt, die eine zusammenhängende Schicht bildend, nur ein stark verkleinertes Areal für die unmittelbare Benetzung mit dem Badewasser übrig lassen. Streift man die Gasblasendecke von einer grösseren Hautstelle weg, so

ist dieselbe binnen Kurzem wieder hergestellt, indem die mit Kohlensäure hochgesättigte Badeflüssigkeit, da wo sie den Körper berührt, zufolge ihrer Temperaturzunahme einen grosssen Theil ihres Gasgehaltes frei machen muss. Wünscht man die Sprudelbäder abzukühlen, so bedient man sich dazu unter Anderem zweckmässiger Weise der Zumischung kalter Soole. Die perlende Beschaffenheit, die rasche und wiederholte Bildung der Gasblasendecke bleibt dabei unvermindert. Dieses anscheinend paradoxe Verhalten wird, wie wir weiter unten zeigen werden, durch die Ergebnisse der Analyse aufgeklärt, die in der einströmenden „Sprudel-Soole“ einen ganz ungemein hohen Kohlensäuregehalt nachweist, so dass das Gemisch mit der kälteren Soole, zumal bei seinem höheren Bindungsvermögen reichlicher gesättigt bleiben kann, während das reine Sprudelbad den ganzen Ueberschuss nicht zu erhalten vermag.

Man giebt die Sprudelbäder in Nauheim nur zum Theil ruhend, meist fügt man bald die Wirkung des Wellenstosses und des höheren Kohlensäuregehaltes der strömenden Sprudelsoole hinzu, indem man entweder das Bad schon während des Einströmens benutzen, oder das bereits fertige weiter strömen lässt. Auch dazu dienen vielerlei Abstufungen, indem man die Zeit zwischen ruhendem und strömendem Bad beliebig theilt, Ab- und Zufluss auf verschiedene Geschwindigkeiten regulirt, in verschiedenen Verhältnissen warmen Sprudel und kalte Soole zusammenströmen lässt.

Wie bisher innerhalb Nauheims, so hatten die neuen kohlensäurereichen Bäder nunmehr auch draussen im grösseren Kreis der Balneologen und übrigen Aerzte ihre Geschichte. Die Bedeutung der Kohlensäure für die nervenerregende Wirksamkeit der Bäder war ebenso allgemein anerkannt, wie ihr massenhaftes Entweichen bei der bisherigen Art der Leitung und Erwärmung. Da mit Ausnahme Schwalbachs die Stahlbadeorte Deutschlands allenthalben noch auf ein zersetztes, schwach kohlensäurehaltiges Wasser angewiesen waren, so standen jetzt eine Zeit lang die naturwarmen, gasreichen Bäder Nauheims und Rehmes hoch. Von Rehme aus wurde diese Ueberlegenheit der Thermalsoolbäder lebhaft betont; vor Allen war es Julius Braun, der in zahlreichen Schriften, besonders in seinem geistvollen Lehrbuch der Balneotherapie durch Darlegung jener Verhältnisse eine hervorragende Geltung in der ärztlichen Welt errang. Indess blieb man auch in den Stahlbadeorten nicht lässig; die nöthigen Verbesse-

rungen wurden geschaffen, und die Gasverluste soweit herabgemindert, dass die Analysen in dem fertig erwärmten Pyrmonter Brodelbrunnenbad, ähnlich wie in Schwalbach, noch ungefähr 63 % des ursprünglichen Gasgehaltes nachwiesen. So ausgerüstet nahmen die Stahlbäder auch den literärischen Kampf mit dem Bewusstsein ihrer nunmehrigen Ueberlegenheit auf. Theodor Valentiner aus Pyrmont vereinigte eine Anzahl badeärztlicher Schriftsteller zur Schaffung eines Sammelwerkes der Balneotherapie[1], durch das sich wie ein rother Faden die Betonung des überlegenen Kohlensäuregehaltes der Stahlbäder gegenüber den Thermalsoolbädern hindurchzog.

Der Kampf richtete seine Spitze vorzugsweise gegen Rehme. Zwar sind verschiedene Positionen zu ändern, aus welchen Valentiner das starke Mehr von Kohlensäure in Pyrmont gegenüber Rehme ausrechnet. Valentiner hatte, wie wir weiter unten zeigen müssen, bei Einführung der Pyrmonter Bade-Analyse einen Rechenfehler aus seiner Monographie[2]) in die Balneotherapie mit herübergeschleppt, indem er die gesammte Kohlensäure, die sich im fertig erwärmten Bad vorfindet, einfach aufführte, ohne den nothwendigen Abzug der fest gebundenen Kohlensäure zu machen. Ferner hat sich der Gasreichthum Rehmes seitdem durch die neuen Aufbohrungen der dortigen Quellen um mehr als $^1/_5$ des alten Betrages erhöht, aber immerhin bleibt nach Berücksichtigung dieser beiden Aenderungen noch ein erhebliches Plus zu Gunsten Pyrmonts.

Es war entschieden unberechtigt, so nebenbei und ohne Beweis dasselbe von Nauheim zu sagen. Bei den eigenthümlichen Verhältnissen der dortigen Quellen durfte man nicht ohne Weiteres vermuthen, dass die Bäder der Quelle, wie meist anderswo, im Gasgehalt nachstehen müssten. Es liess sich darüber a priori überhaupt nichts aussagen. Die chemischen Analysen hatten einen ungewöhnlichen Reichthum der Nauheimer Sprudel an Kohlensäure aller Zustandsformen dargethan, unzweifelhaft war auch, dass der Antheil des absorbirten Gases und damit der Grad der Sättigung nach weiter abwärts im Steigrohr rasch zunimmt, andererseits bedingte die sprudelnde Art des Ein-

---

1) Handbuch der Balneotherapie von Th. Valentiner. Berlin. Reimer. 1873.

2) Geschichte, Einrichtung und therapeutische Bedeutung des Pyrmonter Stahlbades. Berlin. Schneider. 1868.

strömens Gasverluste innerhalb der Wanne. Welch ein Kohlensäuregehalt sich schliesslich ergeben würde, das konnte nur durch das Experiment festgestellt werden.

Die chemische Analyse der Nauheimer Sprudelbäder.

Wir haben uns darum zur directen Bestimmung des Kohlensäuregehalts in den Nauheimer Sprudelbädern vermittelst der chemischen Analyse entschlossen und bedienten uns dazu trotz ihrer grossen Umständlichkeit der von Fresenius in seinem Lehrbuch der quantitativen Analyse Bd. I, § 139, IIe angegebenen Methode, nachdem wir durch die Güte des Herrn Dr. Lepsius — dem wir dafür bestens danken — Gelegenheit gehabt hatten, uns von deren Genauigkeit durch einige Vorversuche auf dem chemischen Laboratorium des Senckenbergianums in Frankfurt a./M. zu überzeugen. Unsere Füllvorrichtung war die in Bd. II, Analyse der Mineralwässer, § 208, 7 angegebene. Die Quantitätsbestimmung des zu analysirenden Wassers geschah durch Wägung, die Bindung der Kohlensäure an (in der Flasche bereits befindliches, abgewogenes) Kalkhydrat. Es folgt dann Wiederzerlegung des entstandenen kohlensauren Kalks durch Salzsäure, Ueberführung der Kohlensäure, nachdem sie mitgerissene Wasser- und Salzsäuredämpfe in einer Anzahl von U-Röhren mit Chlorcalcium und Kupfervitriolbimstein zurückgelassen, in dem eigentlichen Absorptionsapparat, 2 U-Röhren mit Natronkalk, deren Gewichtszunahme die Kohlensäureziffer für die zuvor abgewogene Menge des Mineralwassers ergiebt. Weitere U-Röhren mit Chlorcalcium und Natronkalk dienen zum Schutze gegen aus der Luft eindringende Wasserdämpfe u. s. w. Sinnfällige Zeichen gestatten den luftdichten Schluss des Apparates und die fortschreitende Absorption sowohl der CO_2 in den 2 Hauptröhren, als auch die des Wasserdampfes u. s. w. in den umgebenden Schutzröhren zu verfolgen, und bei einiger Sorgfalt und Innehaltung der von Fresenius angegebenen Zahlenverhältnisse für die Reagentien und Gläser des Apparates lassen sich Fehler mit grosser Sicherheit vermeiden. „Das Verfahren, ursprünglich von Kolbe empfohlen, später von Fresenius modificirt, wird seit über 20 Jahren auf dem Wiesbadener Laboratorium fast ausschliesslich angewendet. „Es zeichnet sich", sagt Fresenius, „durch die Genauigkeit der Resultate fast vor allen anderen Methoden auf das Vortheilhafteste aus."

Die Arbeit wurde grösstentheils auf dem Laboratorium des Herrn Dr. Seelhorst zu Bad Nauheim ausgeführt. Wir sind ihm für die grosse Freundlichkeit, mit welcher er uns seine Räume und Utensilien zur Verfügung stellte, zu lebhaftem Danke ver-

pflichtet. Die Wägungen geschahen auf das Sorgfältigste mit Hilfe einer Waage von Staudinger in Giessen, die bei 200 Grm. Belastung noch $^1/_{10}$ Mgrm. durch deutlichen Ausschlag anzeigte. Die gefüllte Flasche (mit einem Gewicht von 3—400 Grm.) wurde auf einer Apothekerwaage gewogen, die noch 1 Ctgrm. deutlich angab.

Wir waren, nachdem wir im Verlauf einiger Wochen zu bestimmten Ergebnissen gelangt waren, durch die Güte des Herrn Geheimen Hofrath Prof. Dr. Fresenius in die Lage versetzt, unsere Analysen von Bad und Sprudelsoole in dessen eigenem Laboratorium zu Wiesbaden mit übereinstimmenden Ergebnissen zu demonstriren, und wir statten hiermit ihm selbst, sowie Herrn Dr. Fresenius jr. und Herrn Assistenten Dr. Weber für ihre liebenswürdige Bereitwilligkeit herzlichen Dank ab.

Unsere Kohlensäurebestimmungsversuche bezogen sich der Reihe nach 1) auf das Quellwasser im unterirdisch abgezweigten Sprudelrohre selbst, 2) aufs ruhende, 3) aufs strömende Sprudelbad, 4) auf das in einem weiter unten zu beschreibenden Ventilapparat aufgefangenen Wasser. Wir wiederholten, wie gesagt, um unsere Ergebnisse in jeder Weise sicher zu stellen, die Versuche in Wiesbaden auf demjenigen Laboratorium, wo die Methode ausgebildet und bisher in grösstem Massstab gehandhabt wurde. Ich gebe hier als Beispiel die Zahlentabelle eines solchen Versuches, welche eine deutliche Anschauung von dem Gang der Operationen gewährt.

24. October. Barometerstand 764 Mm.

Leerer Kolben	65,9776 Grm.
Glas und Kalkhydrat . . .	10,9966
ab Glas	7,6938
Kalkhydrat	3,3028
Kolben und Wasser	321,2764
ab Kolben und Kalkhydrat .	69,2804
Wasser der Sprudelsoole . .	251,9960
Der Kolben wog	65,9776
+ Kalkhydrat	3,3028
	69,2804
Röhre N mit Kohlensäure .	81,2842
Röhre N ohne Kohlensäure	80,3910
Kohlensäure in N	0,8932
Röhre O mit Kohlensäure .	91,1114
Röhre O ohne Kohlensäure .	90,9968
Kohlensäure in O	0,1146

Da in 3,5013 Kalkhydrat 0,0438 CO_2 enthalten waren, so sind in 3,3028 enthalten 0,0113.

CO_2 in N = 0,8932
in O = 0,1146

Summe der Kohlensäure in beiden Röhren 1,0078
ab die zuvor im Kalkhydrat enthaltene Kohlensäure 0,0413
bleiben Kohlensäure 0,9665

in 251,9960 Grm. Wasser von der Quelle 7.

Folglich sind in 1000 Grm. enthalten 3,8354 Grm. und im Liter des Wassers, d. h. gemäss seinem specifischen Gewicht in 1020,88 Grm. sind enthalten 3,9154. Für balneotherapeutische Zwecke ist selbstverständlich die Kohlensäureberechnung auf die Volumeneinheit des Wassers aufs Liter massgebend.

Die Ergebnisse der Analyse.

Unsere Versuche lieferten für das Quellwasser des Sprudelbaderohrs im Mittel einen Werth von 3,8450; auf das Liter mit seinen 1020,88 ausgerechnet von 3,92528;

davon sind 0,7193 in 0,9155 Kalk,
0,0105 in 0,0173 Eisen-Oxydul,
0,0018 in 0,0029 Mangan-Oxydul,
0,0027 in 0,0050 Zink-Oxyd,

im Ganzen also 0,7343 feste und ebenso viel „locker“ gebundene CO_2.

Es ist mithin die völlig freie Kohlensäure auf 1000 Grm. 2,3764, aufs Liter 2,4260; die sog. „freie Kohlensäure“, d. h. freie und halbgebunden 3,1107, aufs Liter 3,1756.

Im vollkommen ruhig gewordenen Sprudelbade finden sich Gesammtkohlensäure auf 1000 Gr. 2,7271 Gr., aufs Liter 2,7840, davon „freie Kohlensäure“, d. h. völlig freie und halbgebundene auf 1000 Grm. 1,9928, aufs Liter 2,0344.

Es hat also das ruhende Sprudelbad gegenüber der Sprudelsoole während des Einströmens einen erheblichen Kohlensäureverlust von über 1,2 Grm. erlitten und sich andererseits einen ansehnlichen Gasgehalt bewahrt, wie die weiter unten folgende Vergleichung zeigen wird.

Es interessirte in Nauheim in hohem Grade, welchen Gasgehalt das strömende Sprudelbad, das dort sehr häufig zur Anwendung kommt, zeigen würde. Die beständigen Massen frischen Sprudelwassers, die so zu sagen in Statu nascenti anlangen, mussten ja den Gasreichthum hoch halten; Verschiedenheiten waren allerdings zu erwarten je nach der Geschwindigkeit des Stroms und je nach der Tiefe der Schicht, welcher die Probe entnommen wurde. Wir fanden in der That einen durchschnittlichen Gehalt von 3,7269 mit Schwankungen nach abwärts bis zu 3,5763 und nach aufwärts bis 3,81.

In den tiefsten Schichten, auf dem Boden der Wanne, auch entfernt von dem Einflusspunkt der Sprudelsoole fanden wir Werthe, dic ganz denjcnigen für die letztcren selbst gleichkamen.

Nachdem wir uns für überzeugt hielten, dass die starke Erschütterung an dem bedeutenden Unterschied zwischen den Gasgehalten des Quellwassers im Sprudelbadrohr und dem fertig zur Ruhe gekommenen Sprudelbade selbst einen Antheil habe, so musste es uns aus theoretischen und practischen Gründen interessiren, ob dem Badewasser nicht durch eine veränderte Einströmungsweisc ein höherer Gasgehalt gewahrt werden könne. Wir construirtcn zu diesem Zweck ein Gefäss mit einem Ventil im Deckel, das durch eincn kleinen Messingbalken mit Laufgewicht verschiedentlich beschwert, das Einströmen untcr einer beliebigen Erhöhung des Atmosphärendrucks gestattete. Wir wandten in unsern Versuchen meist einen Ueberdruck von 114 Mm., also ungefähr $^1/_7$ (genauer 0,25) Athmosphäre an. Seitliche Röhren, gewöhnlich durch Hähnc fest vcrschlossen, gestatteten, aus diesem Gefäss, wenn es nahezu vollgelaufen, das zur Ruhe gekommene Badewasser in die analytische Füllungsflasche abzuzapfen.

Wir untersuchten nun das Wasscr bald mit Bclassung des Ueberdrucks, bald nach Oeffnung des Ventils und Wiederherstellung des einfachen Atmosphärendrucks; im ersten Fall erhielten wir bei einem Barometerstand von 772—773 Mm. 3,6154, in einem andern Versuche, bei einem Barometerstand von 767 Mm. 3,5953, im Mittel 3,6053 Gesammtkohlensäure, davon 2,1367 völlig freic.

Oeffneten wir das Ventil, so entströmte die verdichtete Luft unter heftigem Zischen. Das Wasser ergab jetzt 3,0926 gesammte Kohlensäure, davon 1,6240 auf 1000 Gramm und 1,6579 aufs Liter völlig frcie; freie und halbgebundenc 2,3583 bezw. 2,4075.

Wir wünschten einc Abänderung des Apparates noch vorzunehmen, die eine allmälige Erniedrigung des gestcigerten Drucks ermöglicht hätte, in der Erwartung, dass sich eine noch höhere Kohlensäureziffer ergebcn haben würde, doch zwangen uns äussere Verhältnisse, unsere Versuche vorläufig abzubrechen.

Die Badeanalysen von Pyrmont und Schwalbach.

Die bestimmtesten Angaben über den Kohlensäuregehalt eines Bades bcsitzen wir von Pyrmont; die kohlensäurereichste der dortigen Quellcn, dcr Brodelbrunnen, enthält Gesammtkohlensäure nach Fresenius 3,300888, davon sind 0,407905 Grm. Kohlensäure an 0,484932 Kalk, 0,004940 Magncsia, 0,033471 Eisenoxydul, 0,003345 Manganoxudul fest und ebensoviel locker ge-

bunden. Apotheker Medicinalrath Hugi untersuchte nun das auf 25° R. = 31,25 C. erwärmte Bad des Brodelbrunnens und fand darin Gesammtkohlensäure 2,404263 Grm.; ziehen wir davon die fest gebundene Kohlensäure, die ja zur Wirkung auf den Organismus des Badenden nicht gelangen kann, ab (in Theodor Valentiner's Schriften ist dieser Abzug irrthümlicher Weise vergessen), so bleiben 2,404263 — 0,407905 = 1,996358.

Ziehen wir nunmehr das Schwalbacher Weinbrunnenbad in Betracht, das Erlenmeyer 1851 in fertig erwärmtem Zustande ebenfalls bei 31,25° C. untersuchte. Die Originalzahlen dieser Analyse sind nirgends mehr zu erhalten, weder in Schwalbach, noch bei dem gegenwärtig in Frankfurt lebenden Autor selbst, der nach soviel Jahren nur eine allgemeine Erinnerung daran bewahrt; nur die Procentzahlen der erhaltenen Kohlensäure, wie sie in der Literatur cursiren, stehen uns zu Gebot. Nehmen wir also die einige Jahre später erfolgte Quellenanalyse von Fresenius zu Hilfe. 1000 Grm. Weinbrunnen enthalten nach Fresenius (1855) völlig freie Kohlensäure 2,7108. In dem fertigen Bad fand Erlenmeyer[1]) noch zwischen 63,601—61,4 pCt., im Mittel also 62,529 pCt. Dies macht 1,6950. Von dem Eisen- und Manganoxydul fanden sich noch zwischen 61,748—60,081, im Mittel also 60,914 pCt. Die auf beide Basen, Eisen- und Manganoxydul verrechnete, locker gebundene Kohlensäure beträgt 0,0158 + 0,0025 = 0,0184. Im erwärmten Badewasser waren davon also noch ebenfalls 60,914 pCt. erhalten = 0,0114; hierzu kommen noch 0,1748 auf Kalk; 0,2080 auf Magnesia[2]) verrechnete, locker gebundene Kohlensäure. Die gesammte nicht fest gebunde „völlig freie“ + „locker gebundene“ Kohlensäure beträgt demnach auf 1000 Grm. 2,0893[3]).

---

1) Archiv für Balneologie. — Carl Genth, Die Heilfactoren Schwalbachs. — Th. Valentiner, Handbuch der Balneotherapie.

2) Das sog. doppeltkohlensaure Natron, eine auch im trockenen Zustande sehr beständige Verbindung, enthält nur festgebundene Kohlensäure, die erst bei hohen Hitzegraden im Vacuum theilweise entweicht. Es ist nach heutiger Auffassung ein saures Monocarbonat, d. h. ein nur halb mit Basis gesättigtes Salz der 2basischen (2atomigen) CO_2, Formel $CO_3\left.\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}\right\}$.

3) Die Umrechnung aufs Liter bedingt an den beiden Ziffern für Schwalbach und Pyrmont keine erheblichen Aenderungen. Der Weinbrunnen hat bei 15,5° C. das spec. Gewicht 1,00151, der Pyrmonter Brodelbrunnen bei 12,7° C. 1,00347. Berechnet man die Ausdehnung

Während somit das Quellwasser der unterirdisch abgezweigten Leitung in Nauheim die höchsten Ziffern für die Kohlensäure aller der 3 Zustandsformen und somit auch der Gesammtkohlensäure zeigt, die Ziffern der Schwalbacher Quellen mitten inne stehen und darauf die von Pyrmont folgen (Ziffern der Gesammtkohlensäure für Nauheim, Schwalbach, Pyrmont 3,9258 bis 3,6572 bis 3,3008 u. s. w.), so stellt sich eine auffallende Uebereinstimmung des Gehalts an freier, d. h. an sogenannter „völlig freier“ und „locker gebundener“ Kohlensäure in den fertigen, 31,25 gradigen Bädern von Nauheim, Schwalbach und Pyrmont heraus: 2,034—2,089—1,996. Die Thatsache, dass 3 Mineralwässer, die ursprünglich, 2 davon bei niederen Temperaturen, eins bei höherem Druck einen wesentlich höheren Kohlensäuregehalt besassen, nachdem sie unter die gleichen Bedingungen der Temperatur und des Drucks versetzt werden, 31,25° C. bei einfachem Atmosphärendruck, den gleichen Grad ihrer Uebersättigung mit Kohlensäure zeigen, dürfte dem physikalischen Chemiker ein besonderes Interesse bieten. Die Differenzen von etlichen Centigramm im Liter sind nicht blos practisch bedeutungslos, indem ein bischen mehr oder weniger Erschütterung des Bades Unterschiede in diesem Betrage schon hervorbringt, sie sind es sogar theoretisch, da die Versuche, aus denen die Mittelzahlen der Analyse, z. B. des Weinbrunnens berechnet waren [1]), selbst um Beträge dieser Ordnung von einander abweichen.

Ein Unterschied besteht insofern, als von den circa 2 Grm. Kohlensäure, welche alle drei Bäder enthalten, in Schwalbach ungefähr 4, in Pyrmont 5, in Nauheim 7 Decigramm als locker gebundene Kohlensäure verrechnet zu werden pflegen; doch ist über eine wesentliche Verschiedenheit zwischen der sogenannten „völlig freien“ und der „locker gebundenen“ Kohlensäure sowohl in physikalischer, wie in balneotherapeutischer Hinsicht Nichts bekannt. Die Annahme von Bicarbonaten des Kalks, der Magnesia, des Eisen- und Manganoxyduls, die an sich nicht

---

zwischen diesen Temperaturen und der Badetemperatur von 31,25 nach demselben Verhältniss, wie beim destillirten Wasser, so würde das spec. Gewicht bei 31,25° für den Brodelbrunnen 0,99941, für den Weinbrunnen 0,9978 betragen, was von der Einheit sich nicht wesentlich entfernt. Die kleinen Abzüge, die sich daraus für den Kohlensäuregehalt des Liters ergeben, würden sich erst in der 3.—4. Decimale bemerklich machen.

1) Fresenius, Chemische Analyse der wichtigsten Mineralwässer des Herzogthums Nassau. Die Quellen zu Langenschwalbach. 1855. Wiesbaden. Kreidel und Niedner.

dargestellt werden können, dient blos dazu, die Thatsache zu erklären, dass die betreffenden Basen in kohlensäurehaltigem Wasser löslich sind, während ihre einfachen Carbonate in kohlensäurefreiem Wasser unlöslich niederfallen; die Flüchtigkeit der so verrechneten Kohlensäuremengen wird dadurch nicht geändert, längst sind schon jene Basen als Carbonate (Kalk und Magnesia) oder als Oxyde (Eisen und Mangan) niedergefallen, obgleich das Wasser noch ansehnliche Mengen von Kohlensäure enthält, wovon die Nauheimer Soolbäder alltäglich Beispiele bieten. Die chemische Theorie, welche jene Bicarbonate ursprünglich nach Analogie der entsprechenden Alkalisalze aufstellte, giebt gleichzeitig jenen, den hypothetischen Bicarbonaten der 2werthigen Metalle eine ganz andere Structur, als den frei darstellbaren und sehr beständigen sogenannten Bicarbonaten der einwerthigen Alkalimetalle, die gegenwärtig als saure Monocarbonate aufgefasst werden und keinerlei Neigung zur Kohlensäureabgabe zeigen.

Ebenso hypothetisch ist die chemische Bindung der sogenannten völlig freien Kohlensäure an Wasser. Thatsächlich ist bei der Analyse nur ausschliesslich die unmittelbar gefundene Gesammtkohlensäure, von welcher ein Theil zur Bindung der Basen zu einfachen Carbonaten in Abzug kommen muss. Für unsere balneotherapeutischen Zwecke aber interessirt es zu erfahren, wieviel Kohlensäure aus der Volumeneinheit des den Körper umspülenden Badewassers in Gasform frei zu werden vermag, theils um den oben geschilderten Mantel von Kohlensäurebläschen rings um den Körper herum zu bilden, theils, um die Haut durchdringend, als mächtiger Reiz zu Nerven und Gefässen vorzudringen. Wir sind somit berechtigt, für die Nauheimer Sprudelbäder hinsichtlich des Kohlensäuregehaltes die volle Ebenbürtigkeit mit den Bädern der berühmtesten kohlensäurereichen Quellen in Anspruch zu nehmen.

Die Sprudelstrombäder.

Wesentlich reizkräftiger als die ruhenden sind die strömenden Sprudelbäder. Man hatte schon lange an kohlensäurereichen Bädern bemerkt, dass die Wirkung durch zeitweises Wegstreichen der Blasendecke von Kohlensäuregas anselmlich gesteigert wurde. Theodor Valentiner hatte in Pyrmont dieses wiederholte Wegstreichen zur Methode gemacht. Bekanntlich ermöglicht die Kohlensäure, indem sie die Haut roth brennt, d. h. unter lebhaftem Reiz und Brenngefühl ihre Gefässe erweitert, ein kälteres und dadurch anregenderes Baden; zugleich wird auch aus der

blutgefüllten Haut eine stärkere Wärmeabgabe veranlasst, die ihrerseits in gleichem Sinne anregend und stoffwechselsteigernd wirkt. Bald aber, nach einer kurzen Zeit gleichmässiger Benetzung, zerlegt sich das Bad so zu sagen in zweierlei Agentien: der eine Theil der Hautoberfläche wird von den unzähligen Gasblasen bedeckt, der andere von der Badeflüssigkeit unter und zwischen ihnen. Damit wird nun dem erregenden Wärmeaustausch zwischen Haut und Bad ein nicht unbeträchtliches Hinderniss entgegengestellt, nicht nur die stockende Gasschicht verlangsamt ihn, sondern auch die unter ihr geborgene und zurückgehaltene Wasserschicht, die annähernd zur Körperwärme erhitzt, einen grossen Theil ihres Gasgehalts verloren und zur Bildung der Gasblasendecke abgegeben hat.

Es begreift sich darum sehr leicht, dass die Wiederherbeiführung neuer kühlerer Wassermassen mit dem vollen Gasgehalt den Badereiz wesentlich steigert. In hohem Maasse ist dies nun durch das Nauheimer Sprudelstrombad verwirklicht. Es vereinigt sich die mechanische Wirkung des Stosses mit der beständig sich gleich bleibenden kühlen Badetemperatur, und die ganze Hautoberfläche ist mit einer Soole bedeckt, die in der Volumseinheit zugleich mehr als ein Volumen Kohlensäure mit ins Spiel bringt. Wir fanden bei unseren Analysen durchschnittlich 3,7269 Gramm Gesammtkohlensäure, von denen nach Abzug der gebundenen noch 2,9926, also nahezu 3 Grm., und selbst wenn man blos die sogenannte völlig freie in Betracht zieht, 2,2583, also auf 1000 Ccm. Soole 1,6937 bezw. 1278 Ccm. Kohlensäure.

In dem Maasse, wie sich der Kranke an kühlere Temperaturen gewöhnt, was bei der kraftvollen Anregung durchschnittlich sehr rasch gelingt, lässt man in beliebigem Verhältniss kalte Soole mitströmen, die dem grossen Ueberschuss an Kohlensäure als williges Aufnahmemittel dient. Die Reizkraft eines Sprudelstrombades ist eine sehr bedeutende. Wenn durch längeres Baden bereits eine gewisse Indifferenz für Sool- und Sprudelbäder eingetreten ist, so bewirkt es sofort wieder neue fühlbare Anregung und Ermüdung, Steigerung der Urinsecretion, des Appetits etc., es reiht sich in seiner ganzen Wirkungsweise nahe an das Seebad an.

Strömende kohlensäurereiche Bäder giebt es auch in Kissingen und Rehme. Am ersteren Orte, wo übrigens auch der Salzgehalt erheblich schwächer ist, fehlen bei der kühleren Beschaffenheit der Quelle die warmen Anfangstemperaturen, durch welche erst die Gewöhnung an die kälteren erzielt werden sollte. In Rehme

ist nicht nur die mechanische Wirkung, sondern auch der Kohlensäuregehalt gegenüber dem Nauheimer Sprudelstrombad wesentlich geringer.

Die therapeutischen Gesichtspunkte bei der Verwendung der kohlensäurereichen Badeformen.

Nach allem Geschilderten ist in Nauheim die Möglichkeit geboten, Bäder mit jeder beliebigen Abstufung des Kohlensäuregehalts in ruhendem und strömendem Zustand auf den Körper der Patienten einwirken zu lassen, und es fragt sich, wo und wie dieselben insbesondere auch die gasreichsten Formen nützliche Verwendung finden. Eine erste Sammlung der Erfahrungen suchte naturgemäss zunächst die Rubriken der Pathologie, von denen Fälle unter der Mitwirkung solcher Bäder gebessert und geheilt wurden. Wenn wir die Frage in dieser elementaren Weise stellen und von der Häufigkeit der Indication zunächst absehen, so können wir sagen, dass es von alle den Krankheiten des speciellen pathologischen Systems, die überhaupt in Nauheim zur Behandlung kommen, Fälle giebt, bei denen sich die Sprudelbäder, sei es im Anfang, sei es im Verfolg der Cur, als die zumeist passende Badeform bewähren. So sind es Fälle von Gelenkrheumatismus, von Herzkrankheiten, von Scrophulose, von Exsudaten aller Art, die verschiedensten Krankheiten des Nervensystems, sowie der Sexualorgane u. s. w. Aber diese summarische Angabe ist weit entfernt, die Indication der kohlensäurereichen Bäder genügend zu umschreiben; es steht ihr die zweite Thatsache geradezu gegenüber, dass es von alle denselben Krankheiten wiederum Fälle giebt, bei denen die kohlensäurereichen Badeformen überhaupt nicht oder erst gegen Ende der Cur ertragen werden. Wir machen damit in Nauheim dieselbe Erfahrung, wie sie alljährlich auch an Stahlbadeorten gemacht wird, dass einzelne Kranke (z. B. Chlorotische) die höheren Kohlensäuregehalte nicht ertragen, dass man gezwungen ist, die gasreichen Bäder mehr weniger verdünnen oder selbst ganz meiden zu lassen; Fälle, die sich keineswegs durch die Diagnose, durch die Art des pathologischen Processes an sich von anderen Fällen unterscheiden, bei denen die gasreicheren Bäder sehr rasche Erfolge bringen. Indess gelten eben in der Balneologie dieselben Gesetze, wie in der übrigen Heilmittellehre und wie in der Medicin überhaupt. Aehnlich wie in der physikalischen Diagnostik ein Symptom sich nicht an die einzelne Krankheit bindet, sondern nur an einen physikalischen Zustand, der sich zwar sehr häufig, aber weder ausnahmslos,

noch ausschliesslich bei dieser Krankheit findet — man vergleiche Bronchophonie, Lungenentzündung, Lungenverdichtung — so ist es auch hier: Möge eine Badeform auch noch so häufig bei einer bestimmten Krankheit indicirt sein, eine constante Beziehung verknüpft das Mittel nicht mit der einzelnen Krankheit, sondern mit allgemein pathologischen und constitutionellen Verhältnissen, die ausnahmsweise bei dieser Krankheit fehlen, und bei anderen vorkommen können.

Die wichtigste Verwendung der Kohlensäure ist die zur Steigerung des Badereizes im Verlauf der Cur bei Krankheiten sehr verschiedener Art, sobald sie mit einem gewissen Grad von Consumption und Anämie verbunden sind. In Nauheim beginnen wir durchschnittlich mit schwachen, gasarmen Soolbädern. Bald aber erhebt sich die Frage, ob vorzugsweise der Salz- oder der Kohlensäuregehalt gesteigert werden sollen. Die Erfahrung zeigt, dass die Verstärkungen des Salzgehaltes (durch eine vorzugsweise oder ausschliessliche Benutzung der stärkeren Quellen, sowie durch mehr minder starke Zusätze von Mutterlauge) von anämischen und herabgekommenen Menschen meist weniger gut vertragen werden, dass sie durch diese höheren Salzgehalte sehr leicht einem Zustand von Müdigkeit, verbunden mit beständiger innerer Aufregung, von Schlaflosigkeit, Appetitmangel verfallen, während sie bei vorsichtigem Gebrauch die gasreichen Bäder sehr gut ertragen.

Der wesentliche Grund dieser Erscheinung liegt mit Wahrscheinlichkeit in dem ungleichen Verweilen der beiderlei Agentien innerhalb der gebadeten Haut. Die Salze dringen bei mässiger Concentration nur bis in die tieferen Epidermisschichten vor, hinreichend tief also, um die dort eingebetteten Endknöpfchen der Hautnerven zu bespülen. Nach dem Bade hinterbleibt eine länger dauernde Imprägnation der Epidermis mit diesen Salzen. Stärkere Soolbäder, insbesondere solche mit reichlicheren Mutterlaugezusätzen, wirken sichtlich, wenn auch meist nur unbedeutend, corrodirend auf die Epidermis und dringen, namentlich bei häufiger Wiederholung bis zum Corium vor. Bei noch stärkerer Anwendung bleiben Excoriationen und Eczeme nicht aus. Es begreift sich somit, dass die Erregung der Haut und von dort aus die des ganzen Nervensystems nach starken Sool- und Mutterlaugenbädern eine nachhaltige, das Bad wesentlich überdauernde sein muss.

Anders liegt die Sache für die Kohlensäure. Ihr rasches Vordringen durch die ganze Epidermis hindurch bis zu den blut-

führenden Schichten des Coriums ist nach einer grösseren Reihe von experimentellen Thatsachen ausser Zweifel. Auch müsste schon durch die blosse Gewebeathmung eine ungewöhnlich hohe und darum erregende Dichtigkeit der Kohlensäure in der Haut entstehen, sobald ihre normale Kohlensäureperspiration durch das mit dem gleichen Gas gesättigte Bademedium verhindert ist. Die Kohlensäure ist momentan ein stärkerer Badereiz als ein Soolbad von den stärksten üblichen Concentrationen und der Kreislauf des gebadeten Thieres antwortet darauf mit wesentlich höheren Blutdrucksteigerungen, 20—30 Mm. gegen 10—15, aber als flüchtiges Agens verlässt sie die Haut alsbald nach dem Bade, und dem Patienten wird Ruhe gewährt.

Sehr hohe Grade von Anämie und Abmagerung vertragen auch die kohlensäurereichen Bäder nicht, während ihnen milde, vorsichtig abgestufte Soolbäder oft vortrefflich bekommen. Diese Erfahrung, die wir in Nauheim oft Gelegenheit haben zu machen, erklärt sich nach den eben gegebenen Auseinandersetzungen leicht.

Wir verwenden die kohlensäurereichen Bäder mit grossem Vortheil zur Stärkung des geschwächten Herzens, bei mässigen Graden von Herzinsufficienz in Folge verschiedener Primärkrankheiten. Ganz besonders sind es die verschiedenen Affectionen des Herzens selbst, die Compensationsstörungen bei Klappenfehlern, bei Nierenatrophie (interstitieller Nephritis) u. s. w. Es erklärt sich dies aus den mächtigen reflectorischen Einwirkungen des kohlensäurereichen Bads auf die Thätigkeit des Herzens und des Gefässsystems, wie sie die Beobachtungen der Pulsfrequenz, der Respiration, der Urinsecretion, ganz besonders auch das Blutdruckexperiment am gebadeten Thier (Schott), die sphygmomanometrische Beobachtung am gebadeten Menschen (Lehmann) dargethan haben. Der Fortschritt ist in geeigneten Fällen ein sehr rascher, die Zusammenziehung und wie nach den Leistungen nicht zu bezweifeln, sicherlich auch die Muskelzunahme des erweiterten Herzens eine rasch fortschreitende.

Dagegen erweisen sich die kohlensäurereichen Bäder bei allen höheren Graden von Herzschwäche als unzuträglich. Sie rufen gefahrdrohende Belästigungserscheinungen, Beklemmung und Herzklopfen, Schwäche des Herzstosses und Arterienpulses, Arhytmie, Cyanose und andere Erscheinungen gesteigerter Insufficienz der Herzthätigkeit hervor. Sie sind darum ebenso bei den meisten schweren Herzaffectionen für den Anfang der Kur contraindicirt, wie bei den höheren Graden von secundärer Herzschwäche (anä-

mischem Fettherzen) in Folge langwieriger erschöpfender, anämisirender Krankheiten. Hier verwenden wir fast immer mit dem Erfolg einer rasch eintretenden Euphorie 1 procentige (durch sorgfältiges Auspeitschen) gänzlich gasfrei gemachte Soolbäder, die nach genauer Beobachtung des unmittelbaren Erfolgs ganz langsam in ihrer Concentration gesteigert werden und erst später auch einen anfangs sehr geringen, allmälig zunehmenden Kohlensäuregehalt bekommen. Es ist für die Sicherheit des Gesammterfolges bei dieser Kur noch mehr wie bei andern durchaus geboten, die erregenden Einwirkungen in solchen Schranken zu halten und so allmälig zu steigern, dass ausser einer rasch vorübergehenden, wohlthätigen Ermüdung — und auch diese nur ausnahmsweise — jede andere Belästigung als Zeichen der Ueberreizung vermieden wird. So kommt es uns denn vor, dass während der eine Patient in raschen Uebergängen bis zu den mächtig wirkenden Sprudelstrombädern mit ziemlich stark erniedrigter Temperatur geführt werden kann, der andere erst bei einer wiederholten Kur mit Vortheil solche Bäder gebraucht.

Im Verlauf der meisten Kuren ist es zweckmässig, früher oder später zu niederen Badetemperaturen überzugehen, wodurch die Gesammtwirkung in wohlthätiger Weise gesteigert wird. Die hauthyperämisirende Wirkung der Kohlensäure kommt hier in doppelter Weise zur Geltung, einestheils indem die niedere Temperatur ohne Frost erträglich wird und schädliche Blutverdrängungen nach afficirten inneren Organen ferngehalten bleiben, anderntheils indem sich dadurch auch die Wärmeabgabe und damit die Stoffwechselsteigerung ansehnlich vermehrt. Daran knüpft sich als eine wesentliche Indication des kohlensäurereichen Bads die Anämie der Haut, die meist eine Theilerscheinung der allgemeinen Anämie ist, aber auch bei wohlgenährten plethorischen Menschen vorkommt. Ausgedehnte Hautflächen sind objectiv kalt und blass, das subjective Kältegefühl kann dabei gänzlich fehlen. Es sind Menschen, bei denen durch grosse körperliche oder geistige Ruhe Wärmebildung und Circulation verlangsamt und damit die peripheren Partien der Erkaltung und durch die Contraction der Gefässe auch der Blutleere überliefert sind. Sie leiden an Catarrhen der verschiedenen Schleimhäute oder an schmerzhaft hyperämischen Affectionen der subcutanen Gebilde, der Muskeln, Aponeurosen, Perioste, Gelenke u. s. w. In gasfreien Bädern frieren sie selbst bei Temperaturen von 32° C. und darüber und erfahren geradezu Verschlimmerungen ihrer

örtlichen Affectionen, während sich ihnen die kohlensäurereichen Bäder wohlthätig erweisen.

Im Gegensatz dazu giebt es Andere, bei welchen, sei es in Folge der vorherigen Bluterfüllung der Haut, sei es in Folge hochgradiger Erregbarkeit ihrer Gefässe und Nerven auch schon das gasarme oder selbst gasfreie Soolbad eine hauthyperämisirende Wirkung ausübt, die sich schon unmittelbar im Bad an den eingetauchten Stellen durch mehr minder lebhafte Röthung und durch Brennen geltend macht. Kohlensäurereiche Bäder wirken bei diesem Zustand der Haut übermässig aufregend, Appetit und Schlaf verscheuchend, rufen Migräne u. s. w. hervor und sind darum als contraindicirt zu betrachten.

Der Kohlensäuregehalt ermöglicht es, dass in Nauheim die Rheumatiker kühler baden, als an anderen Thermen, andrerseits bildet sich auch da, wo wärmere Bäder indicirt sind, eine nützliche Beigabe, insofern sie als kräftiger Reiz die erschlaffende Wirkung der Wärme übercompensirt. Eine grosse Zahl von Rheumatikern leidet mehr weniger an der oben geschilderten Erkaltung und Blutleere der Haut. Darauf beruht zum guten Theil die Nothwendigkeit und Nützlichkeit der wärmeren Badetemperaturen, häufig zugleich auch diejenige der Kohlensäure. Es sind besonders die herabgekommenen, nervösen, melancholisch verstimmten, älteren Rheumatiker, denen die Verbindung der Kohlensäure mit höheren Wärmegraden wohlthätig wirkt.

Eine Kur welche den Stoffwechsel kräftig anregt, kann nur nützen und darf nur dann fortgesetzt werden, wenn die Stoffzufuhr und Anbildung entsprechend nachfolgen. Die Rücksicht auf den Appetit und die Ueberwachung des Körpergewichts sind darum unerlässlich. Stärkere Dyspepsie bildet eine zeitweilige Contraindication für die gasreichste Badeform. Ebenso gebieten febrile und subfebrile Temperaturen vorsichtige Zurückhaltung theils wegen der häufig gleichzeitigen Dyspepsie, theils wegen der ohnehin vorhandenen Stoffwechselbeschleunigung. Daraus erklärt sich eine von der Erfahrung zuvor vollzogene Scheidung der Indicationen für die Anwendung der verschiedenen Badeformen bei den weiblichen Sexualkrankheiten. Bei den mit nahezu normaler Körpertemperatur verlaufenden Fällen von Endometritis mit Menorrhagien und übermässiger, katarrhalischer Absonderung bewährt sich das kohlensäurereiche Bad erfolgreich; so lange noch deutliche Fieberbewegungen, insbesondere Abends, auftreten, bei Para- und Perimetritis, Oophoritis, den verschiedenen Formen

der Metritis, auch bei Myomen[1]) sind gasarme Soolbäder allein indicirt. Wo es sich dann um starke Resorptionswirkungen handelt, wie bei grösseren Beckenexsudaten, da leisten auch nach eingetretener Fieberlosigkeit erfahrungsgemäss die stärkeren Salzconcentrationen und Mutterlaugenzusätze die besten Dienste.

Es kommen nach Nauheim alljährlich eine ziemlich grosse Zahl von Scrophulösen, deren Behandlung vorzugsweise in gasärmeren Soolbädern mit oder ohne Mutterlaugenzusätze besteht. Insbesondere da, wo die Rückbildung grosser Drüsenmassen oder anderer Schwellungen erstrebt wird, eignet sich die nachhaltigere Wirkung der starken Salzconcentrationen. Es sind das die Fälle, die bekanntlich auch erfolgreich durch die ebenfalls leicht korrodirend wirkenden Schmierseifeneinreibungen behandelt werden. Eine Minderzahl befindet sich besser bei einer Behandlung mit der gasreichen Badeform; es entsprechen die beiden Kategorien von Fällen ziemlich den alten Krankheitsbildern der torpiden und erethischen Scrophulose, doch wie einerseits diese Krankheitsbilder selbst einer wissenschaftlichen Neufundirung bedürfen, so sind andererseits auch unsere Notizen über die differentielle Indication zur Zeit noch einer Ergänzung bedürftig.

Unsere meisten Tabetiker gebrauchten in Nauheim die Sprudelbäder. Während in einem guten Drittheil der Fälle sich bald eine Besserung der wichstigsten Beschwerden zeigt und die Kranken sich einer Verminderung der Ataxie und einer gehobenen Gehfähigkeit erfreuen, so kommen immer wieder Fälle vor, bei welchen auf den Gebrauch der gasreichen Badeformen gehäufte Anfälle von lancinirenden Schmerzen und selbst vorübergehend Verschlimmerung der Ataxie eintritt, und dagegen die minder gasreichen Bäder sich nützlich bewähren.

Die Sprudelbäder sind die wichtigste Badeform Nauheims für die zahlreichen Fälle der sog. „functionellen“ Nervenkrankheiten und tragen durch Hebung der Stoffanbildung zur Förderung der Genesung wesentlich bei; die Kranken bessern sich durchschnittlich um so rascher, je mehr sie an Gewicht zunehmen. Wir beschränken uns allerdings gewöhnlich nicht auf die Bäder; von eminenter Mitwirkung ist eine sorgfältig geleitete Gymnastik mit (schwedisch) gehemmten Bewegungen und eine geeignete seelische Behandlung, die den Kranken über die physischen Rückwirkungen

1) Alle diese Affectionen sind oft lange Zeit von subfebrilem Zustand begleitet.

seines geistigen Thuns belehrt und dasselbe planmässig zu leiten sucht.

Während in den ruhenden Sprudelbädern, ähnlich wie in den Stahlbädern, die Badeflüssigkeit (bis auf eine minimale Benetzungsschicht) von einem grossen Theil der Körperoberfläche durch die Gasblasendecke abgedrängt ist, und unterhalb der letzteren und in ihren Zwischenräumen auf dem übrigen Theil der Hautoberfläche ein stark erwärmtes und gasarmes Wasser ruht, so bringt das Sprudelstrombad auf jeden Punkt der Haut die Wirkung der kühleren Badetemperatur, der Salz- und einer ansehnlich (bis auf 1,6 Volumen in einem Volumen 31,6 ° C. Wasser) condensirten und entsprechend hochgespannten Kohlensäuremenge voll zur Geltung; entsprechend fallen auch, wie wir bereits oben schilderten, die physiologischen Badewirkungen stärker aus.

Wir wandten in allmäligen Uebergängen die Sprudelstrombäder an, sobald der Patient eine Serie von Sprudelbädern mit befriedigendem Erfolg genommen hat und auch auf länger dauernde und kühlere Sprudelbäder keine ermüdende Wirkungen mehr erfolgen. Die Verwendung dieser Bäder, die eine bereits stattgefundene, ansehnliche Hebung der Kräfte voraussetzt, bringt selbst einen neuen energischen Antrieb zur weiteren Kräftigung; das Bad wird immer länger, kühler und stärker strömend gegeben; unter Umständen kann dann noch zu Beginn des Bads eine steigende Menge von Mutterlauge zugesetzt werden, die eine Zeit lang einzuwirken hat, bis man die Sprudelsoole strömen lässt, so dass dann eine allseitige Verstärkung der Badewirkungen zu Stande kommt.

Die kohlensäurereichen Badeformen Nauheims und ihr Verhältniss zum übrigen Heilapparat.

Der Nauheimer Heilapparat gewinnt durch die Sprudel- und Sprudelstrombäder neben den Soolbädern der verschiedenen Concentrationen eine hohe Vollständigkeit und Vielseitigkeit. Es finden sich passende Badeformen für verschiedene allgemein pathologische Zustände und Constitutionen und was ebenso wichtig, für die verschiedenen Beschaffenheiten des allgemeinen Integuments, das als Applicationsorgan immerhin eine hohe Bedeutung für den Gesammterfolg behält, wenn auch die Badekur ihrer Bestimmung nach eine Allgemeinbehandlung des Gesammtorganismus darstellen soll. Es steht dadurch Nauheim vielfach am Scheidewege der Indicationen, wenn sich die Frage erhebt, ob Soolbäder oder Stahlbäder (wie bei vielen Krankheiten der weib-

lichen Sexualorgane), ob Stahlbäder oder Thermen (wie bei Erkrankungen des Nervensystems) u. s. w.

Trotz mancher Mängel, die in Zukunft abgestellt werden sollten, erlauben die gegenwärtig bestehenden Einrichtungen all die zahlreichen Abstufungen und Modificationen, wie sie die balneotherapeutische Praxis verlangt. Bei aller Verschiedenheit im Einzelnen ist das gemeinsame Princip aller Badewirkungen die Steigerung der Stoffwechselvorgänge, der Gewebeathmung, der Innervation, mit einem Wort der Lebensthätigkeit. Von entscheidender Bedeutung auf jedem Punkt der Kur ist die richtige Bemessung der Einwirkungen, damit der Stoffverbrauch, den die Erregung setzt, in genügendem Masse durch die Stoffanbildung der geschwächten Apparate übercompensirt wird. An eine jede, grösseren Heilzwecken dienenden Badeanstalt muss daher die Forderung gerichtet werden, dass sie diese nothwendige Bemessung durch allseitige Abstufbarkeit der gebotenen Mittel ermögliche. Das leistet Nauheim in ungewöhnlich hohem Grade, und es verfügt in seinen *Sprudelstrombädern* über eine unseres Wissens nirgends erreichte balneotherapeutische Potenz.

Auf mancherlei Verbesserungen in der Technik weisen die oben dargestellten Untersuchungen hin. Insbesondere sollte ein möglichst tief gelegenes, grosses Badereservoir mit Ventilvorrichtungen hergestellt werden, in welchem die Sprudelsoole unter erhöhtem Druck sich sammeln und zur Ruhe kommen würde. Mancherlei in gleichem Sinn wirkende Veranstaltungen wären auch für die Quelle 12, sowie bei der demnächst erforderlichen Anlage eines neuen Badehauses zu treffen. Bei dem regsamen Geiste, der die Grossherzogliche Badedirection beseelt, dürfte die Verwirklichung dieser Desiderien nicht lange auf sich warten lassen.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.